

## **Monografia**

### **"VIABILIDADE CONSTRUTIVA"**

Autor(a): Vinícius Oliveira Melo  
Orientador(a): Ms. Fernando Cesar Firpe Penna

Belo Horizonte

Janeiro/2015

Vinícius Oliveira Melo

**"VIABILIDADE CONSTRUTIVA"**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais.  
Enfase: Gestão e Tecnologia da Construção Civil

Orientador(a): Ms. Fernando Cesar Firpe Penna

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG  
2015

## RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso apresentou uma alternativa para o sistema construtivo no Brasil, o Light Steel Framing. O Light Steel Framing é um sistema construtivo proveniente de avanços tecnológicos com finalidade de atualizar e evoluir os processos da construção civil, aperfeiçoando o método para reduzir o desperdício, o impacto ambiental e principalmente reduzir o prazo do processo construtivo. O método mais utilizado no país é a construção com alvenarias de tijolos ou blocos de concreto, o que implica em alto índice de desperdício de materiais e redução na produtividade. O Light Steel Framing é um processo construtivo em aço galvanizado, com etapas industrializadas que reduzem o desperdício de matéria prima durante a execução no canteiro de obras, sendo basicamente um processo de montagem. Possui uma estrutura leve, através da qual a fundação não sofre alta sobrecarga, diminuindo no custo de concreto e aço. Essa pesquisa identificou pontos positivos e negativos para utilização desse tipo de construção, levando em consideração aspectos gerais. A metodologia da pesquisa envolveu a avaliação de projetos já executados, para ilustrar esse sistema e provar as suas vantagens e desvantagens.

Palavras-chave: Sistemas construtivos, Light Steel Framing, Viabilidade.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	v
LISTA DE QUADROS .....	vi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	vii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO .....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 O Sistema Construtivo LSF (Light Steel Framing) .....	3
3.2 Histórico da Tecnologia LSF (Light Steel Framing).....	4
3.3 Aplicações.....	5
3.4 Normatização .....	6
3.5 Cenário atual e futuro da tecnologia .....	7
3.6 Vantagens e Desvantagens do LSF (Light Steel Framing) .....	8
3.7 Especificação e execução dos materiais e métodos construtivos .....	9
3.8 Fundação .....	11
3.9 Perfis.....	12
3.10 Painéis .....	14
3.11 Cobertura .....	18
3.12 Fechamento Vertical .....	21
3.13 Instalações elétricas e hidráulicas .....	26
3.14 Acabamentos .....	28
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
4.1 <i>protótipo estudado</i> .....	30
5. CONCLUSÃO .....	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Estrutura da casa em LSF .....	4
Figura 3.2: Estrutura da casa em Wood Frame .....	4
Figura 3.3: Residência em LSF.....	6
Figura 3.4: Detalhes do sistema LSF .....	10
Figura 3.5: Radier .....	12
Figura 3.6: Tipos de Perfis de Steel Framing.....	13
Figura 3.7: Esquema Painel.....	14
Figura 3.8: Perfil Guia .....	14
Figura 3.9: Perfil Montante.....	14
Figura 3.10: Distribuição das cargas em montantes estruturais .....	15
Figura 3.11: Distribuição de esforços em vão aberto para porta .....	16
Figura 3.12: Painel com contraventamento em X.....	17
Figura 3.13: Bloqueador e fita de aço galvanizado fixados ao painel .....	17
Figura 3.14: Detalhamento da laje úmida .....	19
Figura 3.15: Detalhamento da laje seca .....	19
Figura 3.16: Tipos de treliças planas para LSF .....	20
Figura 3.17: Aplicação de treliças planas .....	20
Figura 3.18: Telhado com composição de caibros .....	21
Figura 3.19: Cobertura de residência com tesouras .....	21
Figura 3.20: Fechamento externo com placa cimentícia.....	23
Figura 3.21: Fechamento externo com placa OSB e impermeabilização .....	24
Figura 3.22: Revestimento externo com siding vinílico .....	24
Figura 3.23: Placas de gesso acartonado.....	25
Figura 3.24: Isolamento acústico com lã de vidro .....	26
Figura 3.25: Vista da estrutura com as instalações elétricas .....	27
Figura 3.26: Vista do perfil com os furos previstos em projeto .....	28
Figura 4.1: Projeto arquitetônico em estudo .....	29
Figura 4.2: Malha Arquitetônica .....	31
Figura 4.3: Cortes Esquemáticos.....	32
Figura 4.4: Fachadas .....	32

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Principais vantagens e desvantagens do LSF.....	9
Quadro 3.1: CUB/MG – Dezembro/2014.....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Dimensões Nominais Usuais dos Perfis de Aço para LSF...13	
Tabela 5.1: Dimensões Nominais Usuais dos Perfis de Aço para LSF.....	33

## **LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

BMG – Banco Minas Gerais

CBCA - Centro Brasileiro da Construção em Aço

CEF - Caixa Econômica Federal

CUB – Custo Unitário Básico de Construção

EPS - Poliestireno Expandido

EUA - Estados Unidos da América

HIS – Habitação de Interesse Social

LSF - Light Steel Framing

MCASF – Manual de Construção do Aço Steel Framing

MG – Minas Gerais

NBR - Normas Brasileiras Regulamentadoras

OSB - Oriented Strand Board

PIS – Projeto de Interesse Social

PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida

PVC - Policloreto de Vinila

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país onde a construção civil é predominantemente artesanal, portanto é um sistema com produtividade baixa e inconstante, além de grande gerador de resíduos. Para atender a demanda populacional a construção civil busca criar sistemas construtivos mais eficientes, aumentando a produtividade e diminuindo desperdício. A utilização do aço leve na construção civil é uma alternativa que se adequa bem as soluções necessárias (SANTIAGO; FREITAS e CASTRO, 2012).

O Brasil é um dos maiores produtores de aço no mundo, porém, esse potencial industrial ainda não está sendo utilizado completamente na construção civil, devido à falta de tecnologia em processos e nos produtos (HASS e MARTINS, 2011).

O Light Steel Framing (LSF) proporciona melhor qualidade, rapidez de execução, orçamento sem desperdícios de materiais e rigidez no prazo. O potencial de sustentabilidade também é um dos quesitos mais relevantes deste sistema, pois a quantidade de resíduos sólidos desperdiçados é mínima, por isso foi apelidado como um processo em que a obra está sempre “limpa”.

O LSF também auxilia na redução do déficit habitacional encontrado hoje no país. O governo poderia utilizar o LSF para construir casas no Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) devido sua rapidez de execução e garantia de qualidade para os moradores.

## **2. OBJETIVO GERAL**

O objetivo desse trabalho é estudar o sistema construtivo LSF, destacando as vantagens e desvantagens da utilização e aplicação da metodologias construtivas á seco.

### **2.1 Objetivo específico**

- Apresentar a metodologia executiva do LSF;
- Apresentar um protótipo;
- Análise de custos.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, serão apresentadas as diretrizes gerais para execução e utilização do sistema construtivo LSF (*Light Steel Framing*), assim como as vantagens e desvantagens deste sistema.

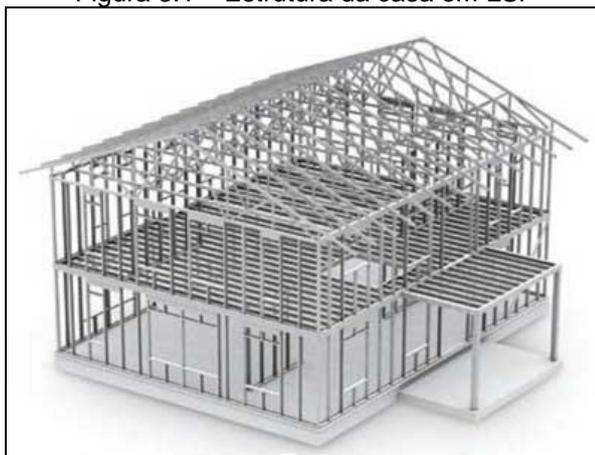
#### 3.1 O Sistema Construtivo LSF (*Light Steel Framing*)

Segundo o Fórum da Construção (2012), a palavra Steel indica a matéria prima usada na estrutura, o aço. A inclusão de *Light* indica que os elementos em aço são de baixo peso, produzidos a partir de chapas com espessura reduzida, podendo assim serem dobradas a frio, o que remete lembrança de que não é necessário utilizar equipamentos e maquinários pesados na construção. Também ressalta a flexibilidade, dado que permite vários tipos de acabamento interno e externo. Além disso, o próprio peso do edifício é baixo, não só por a estrutura ser leve, mas também pelo fato do *Light Steel Framing* ser especialmente destinado a edifícios de pouca altura, em contraste com as estruturas pesadas de grandes prédios (ver Figura 3.1).

*Framing* é a palavra usada na língua inglesa para definir um esqueleto estrutural composto por diversos elementos individuais ligados entre si, passando estes a funcionar em conjunto, para dar forma e suportar a edificação e o seu conteúdo. A palavra também se refere aos processos usados para interligar elementos estruturais, sejam em madeira, ferro ou aço galvanizado. De difícil tradução em português (o termo mais aproximado seria caixilharia), tem-se optado por dizer 'estruturas' (Fórum da construção, 2012).

O sistema LSF em si não apresenta grandes restrições aos projetos, tendo como pontos favoráveis a racionalização e otimização dos recursos para o gerenciamento de perdas, permitindo melhor e maior controle na fase de projeto (CAMPOS, 2009).

Figura 3.1 – Estrutura da casa em LSF



Fonte: Eternit, 2012

### 3.2 Histórico da Tecnologia LSF

Segundo o Fórum da Construção (2012) , a história do LSF parece ser recente, porém, sua origem está baseada no século XIX, onde a população dos EUA multiplicou-se em dez em pouco tempo, sendo necessária a aplicação de estruturas rápidas, de fácil acesso industrial, econômico e com matéria prima acessível para atender tal demanda. Assim, a madeira começou a ser utilizada para fins estruturais, sendo chamada de construção em Wood Frame (ver Figura 3.2).

Figura 3.2 – Estrutura da casa em Wood Frame



Fonte: Burk Construction, 2015

Segundo o Fórum da Construção, ao fim da Segunda Guerra Mundial o aço era um recurso abundante, as empresas metalúrgicas haviam obtido grande experiência na utilização do metal e conhecido melhor suas características técnicas. A partir desse momento iniciou-se as pesquisas na área para começar a utilizar o aço leve formado a frio em substituição da matéria prima madeira para construções.

Primeiramente usado nas divisórias dos grandes edifícios ou arranha-céus com estrutura em ferro, o aço leve moldado a frio passou a ser utilizado também em divisórias de edifícios de habitação.

No Japão o LSF foi muito utilizado após a Segunda Guerra, pois mais de de quatro milhões de casas foram destruídas e era necessário diminuir esse déficit habitacional rapidamente. Outro ponto importante nessa decisão foi a resistência do LSF ao fogo, diferentemente da madeira, que em casos de guerras auxilia na propagação do fogo e consequente na destruição.

No Brasil o LSF começou a ser utilizado a poucos anos e ainda está sofrendo um processo de divulgação e principalmente de aceitação da população, pois é um sistema inovador em um país habituado a visualizar apenas a construção manual de tijolos.

### **3.3 Aplicações**

Segundo a Empresa Flasan o LSF tem grande versatilidade, podendo ser utilizado em:

1. residências unifamiliares (ver Figura 3.3);
2. edifícios comerciais e residências até quatro pavimentos;
3. hotéis;

4. hospitais, clínicas, estabelecimentos de ensino;
5. retrofit de edificações.

Figura 3.3 – Residência em LSF



Fonte: Revista Casa e Construção, 2012

### 3.4 Normatização

A normatização tem a finalidade de garantir a qualidade e desempenho dos materiais empregados nos sistemas construtivos, e vem sendo desenvolvida para o LSF. Perante o sistema construtivo, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) especifica a norma NBR 15253:2005 - Perfis em aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações. Pode-se verificar também a NBR 14762:2010 – Dimensionamento de estruturas em aço constituídas por perfis formados a frio. Além destas são de conhecimento as normas de alguns dos principais componentes do sistema, NBR 6355:2003 – Perfis estruturais de aço formados a frio – Padronização e a NBR 15217:2009 – Perfis de aço para sistemas construtivos para chapa de gesso para “drywall” – Requisitos e métodos de ensaios.

Para o desenvolvimento do agente financiador, foi publicado pela Caixa Econômica Federal (CEF) um manual de requisitos e condições mínimas para financiamento, que contou com a participação do SindusCon/SP (Sindicato da Indústria da Construção Civil), CBCA (Centro Brasileiro em Construção em Aço) e fabricantes ligados a cadeia produtiva para sua laboração.

### **3.5 Cenário atual e futuro da tecnologia**

Desde o início do século XIX o LSF desembarcou no Brasil, vindo dos Estados Unidos, o mercado tem cedido espaços à alguns avanços que ajudaram o sistema a lançar raízes em território nacional. Entre os exemplos estão: a definição dos requisitos mínimos para financiamento de habitações erguidas com o sistema, pela Caixa Econômica Federal, a publicação de dois manuais (de engenharia e arquitetura) pelo CBCA, que serve de subsídio para especificação e uso, e a normatização.

Segundo Mauritti (2007), a Construtora Sequência foi uma das primeiras empresas a trazer o sistema para o Brasil, embora o país seja um dos maiores produtores mundiais de aço, a aplicação do LSF tem sido pouco expressiva. Nos Estados Unidos, em 2004, o número de casas construídas com esse tipo de estrutura metálica ultrapassava 500 mil - em 1992, eram apenas 500 casas de LSF. No Brasil, não há estatísticas. Por ter sido importada, a tecnologia trouxe um modelo de vendas e arquitetura que deu origem a alguns condomínios de alto padrão com modelos arquitetônicos que lembram os subúrbios norte-americanos, mas não consolidou definitivamente o LSF como opção estrutural.

Considera-se que a alternativa tem sido explorar novos nichos de mercado, pois a estrutura leve pode permitir a ampliação e até mesmo, a construção de pavimentos adicionais em um edifício já existente inclusive a reforma de edificações antigas, chamado de “retrofit”. Método este, no qual a industrialização se mostra adequada, principalmente por proporcionar rapidez de execução e limpeza no canteiro (MAURITTI, 2007).

Para almejar um futuro do sistema construtivo ter-se-ia principalmente que “quebrar conceitos” antigos e adaptar-se à novidade. Outra importante questão é a do papel que o profissional exerce na obra. Esse sistema não permite e não permitirá por muito tempo que as etapas da construção fiquem nas mãos de empreiteiros, mestre de obras ou qualquer funcionário que não tenha a competência técnica para execução de projetos de forma diligente, já que é necessário uma maior precisão durante a fase construtiva e principalmente mão de obra treinada para a execução.(POMARO, 2010).

### **3.6 Vantagens e Desvantagens do LSF (*Light Steel Framing*)**

Como todo sistema construtivo, o LSF também tem suas vantagens e desvantagens que balizam seu uso tanto do ponto de vista técnico-operacional quanto orçamentário, sendo que a aplicação em estruturas de pequeno porte é um dos modelos em que o LSF melhor se adapta.

Segundo a Brasilit, a qualidade dos elementos construtivos utilizados no sistema é alta, pois são fabricados com o uso de avançada tecnologia e rígido controle industrial, desde a matéria prima até o acabamento das peças, proporciona:

- precisão na fabricação das peças e conseqüentemente da estrutura, permitindo que esta seja calculada com erros mínimos e desempenho confiável;
- durabilidade e resistência do material, que são garantidas pelo processo de galvanização das chapas.

Em contrapartida o aço e os demais elementos utilizados no sistema não possuem bom desempenho termo acústico, o que acarreta em custos extras para instalação de diferentes materiais que irão cumprir esta função, por exemplo, a lã de vidro.

Outro fator em que o LSF se destaca é a sustentabilidade. Por ser a construção a seco, o uso de recursos naturais é reduzido, além de que o aço é um material que pode ser reutilizado ou reciclado diversas vezes sem perder suas características. O Quadro 3.1 cita de forma resumida as principais vantagens e desvantagens do LSF.

Quadro 3.1 – Principais vantagens e desvantagens do LSF

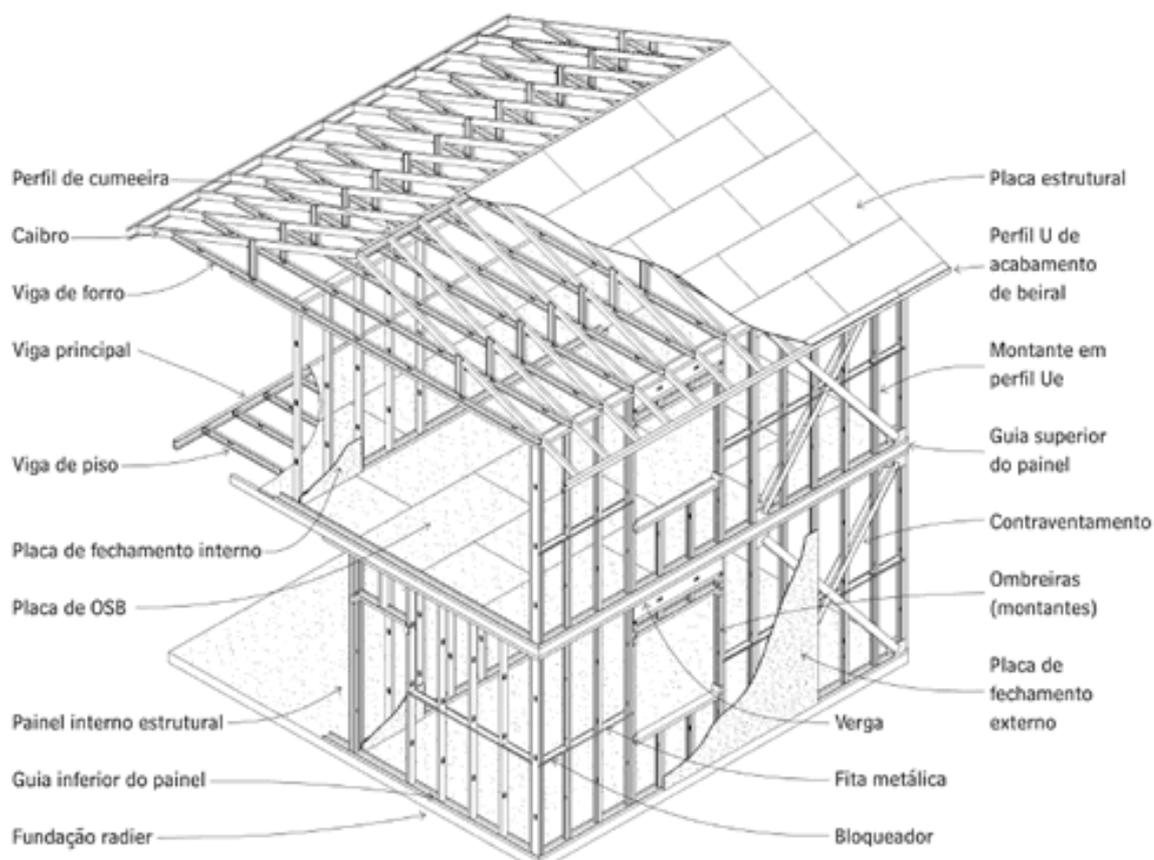
<b>VANTAGENS</b>	<b>DESVANTAGENS</b>
Qualidade (controle rígido dos materiais);	Baixo desempenho termo acústico;
Precisão na fabricação das peças;	Mobilização e transporte;
Durabilidade e resistência;	Mão de obra especializada;
Leveza dos elementos construtivos;	Exige conhecimento do projeto por parte do usuário;
Sustentabilidade;	Resistência do mercado a novos métodos;
Facilidade nas instalações elétricas e hidráulicas;	
Resistência ao fogo;	
Facilidade no controle geral;	
Rapidez de execução;	
Otimização de orçamento;	
Canteiro de obras limpo e organizado;	

Fonte: O autor, 2014.

### **3.7 Especificação e execução dos materiais e métodos construtivos**

Segundo Ramos (2009), o LSF consiste de perfis leves de aço galvanizado que chegam ao canteiro de obras nas dimensões corretas para formar a estrutura da casa. Para o fechamento das paredes internas, são usadas placas de gesso acartonado (drywall) e, para o fechamento externo, placas cimentícias ou placas de OSB (painel estrutural de tiras de madeira). Entre elas, é colocada lã de vidro ou rocha, para isolamento térmico e acústico, além de uma película antiumidade (ver Figura 3.4).

Figura 3.4 – Detalhes do sistema LSF



Fonte: Nature Steel, 2012.

A estrutura de aço exige fundação mais simples e, também, mais leve. Além disso, o método pode ser executado em qualquer região, inclusive nas litorâneas, pois todos os materiais são galvanizados, o que garante proteção contra a corrosão (POMARO, 2009).

A precisão que esse sistema industrializado oferece, são a velocidade da montagem, a limpeza, à organização do canteiro e a quase inexistência de entulhos (POMARO, 2009).

Segundo Toscano (2009), não há restrições arquitetônicas, por isso pode ser concebida em qualquer estilo, obedecendo às normas técnicas padrões dos materiais.

Como não há alvenaria, as tubulações são embutidas na estrutura. Nesse

sistema, não é preciso quebrar paredes para realizar instalações. O conduíte e a tubulação do sistema hidráulico são flexíveis e passam pelos perfis de aço e placas serradas, facilitando a execução e a manutenção, (POMARO, 2009).

Quanto a objetos que serão pendurados, há especificações. Além do material adequado, deve-se avaliar, ainda, o peso do objeto a ser pendurado. Isso determinará a quantidade de parafusos e buchas, e o local de fixação - se será no drywall, no perfil de aço, ou se será preciso prever um reforço no local (TOSCANO, 2009).

Especialistas afirmam que vários acabamentos, revestimentos e esquadrias podem ser usados. Para a cobertura, é feita uma estrutura de aço, seguindo a das paredes, que pode ser fechada com qualquer tipo de telha. Sob a residência, é necessária a construção de uma base de apoio, seja ela uma laje sobre pilotis, ou radier (laje de sustentação) sobre o terreno nivelado.

Três métodos construtivos podem ser considerados mais usuais:

- método Stick: neste método os perfis são cortados no canteiro da obra, e painéis, lajes, colunas, contraventamentos e tesouras de telhados são montadas no local;
- método por painéis: painéis estruturais e não estruturais, contraventamentos, lajes e tesouras de telhado podem ser pré-fabricadas fora do canteiro e montados no local. Alguns materiais de fechamento podem também ser aplicados na fábrica para diminuir o tempo de construção;
- construção modular: são unidades completamente pré-fabricadas e podem ser entregues no local da obra com todos os acabamentos internos como revestimento, louças sanitárias, bancadas, mobiliários fixos, metais, etc.

### 3.8 Fundação

Conforme o MCASF (2006), as fundações do LSF são executadas segundo o processo de construção convencional e como em qualquer outra construção, deve-se observar o isolamento contra umidade.

O tipo de fundação de maior utilização para construções em LSF sempre que o terreno permite é o radier (ver Figura 3.5)., que se trata de um tipo de fundação rasa que funciona como uma laje e transmite as cargas da estrutura para o terreno. Os componentes estruturais fundamentais de radier são a laje contínua de concreto, e as vigas no perímetro da laje e sob as paredes estruturais ou colunas, e onde mais for necessário para fornecer rigidez no plano da fundação ( PINI,2014).

Figura 3.5 – Radier

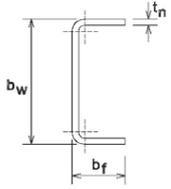
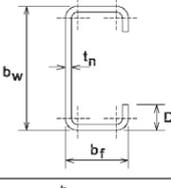
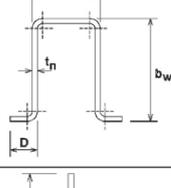
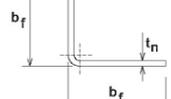


Fonte: Saint-Gobain, 2008

### 3.9 Perfis

Os perfis típicos para o uso em LSF são obtidos por perfilagem a partir de bobinas de aço revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente ou por eletroposição conhecido como aço galvanizado. As seções mais comuns nas edificações em LSF são as com formato em “C” ou “U” enrijecido ( $U_e$ ) para montantes e vigas e o “U” (ver Figura 3.6 e 3.7) utilizado como guia dos painéis (MCASF: Arquitetura, 2006).

Figura 3.6 – Tipos de Perfis de Steel Framing

SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	Utilização
	U simples $U\ b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido $U_e\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola $Cr\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais $L\ b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$	Cantoneira

Fonte: MCASF: Arquitetura, 2006.

Tabela 3.1 – Dimensões Nominais Usuais dos Perfis de Aço para LSF

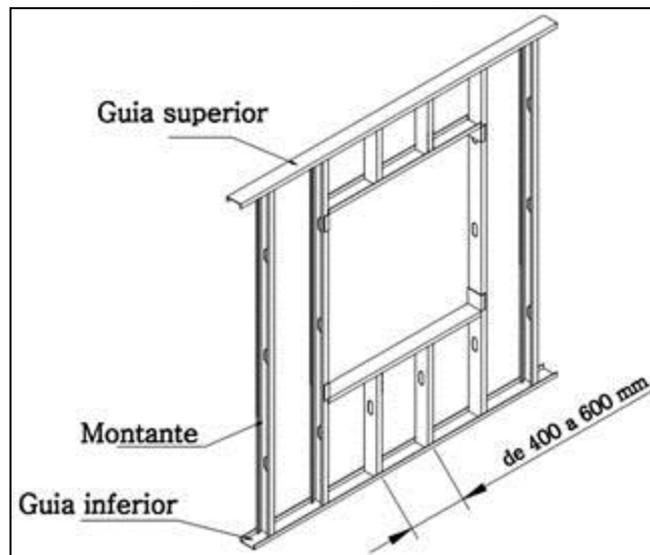
DIMENSÕES (mm)	DESIGNAÇÃO (mm)	LARGURA DA ALMA $b_w$ (mm)	LARGURA DA MESA $b_f$ (mm)	LARGURA DO ENRIJECEDOR DE BORDA - D (mm)
Ue 90x40	Montante	90	40	12
Ue 140x40	Montante	140	40	12
Ue 200x40	Montante	200	40	12
Ue 250x40	Montante	250	40	12
Ue 300x40	Montante	300	40	12
U 90x40	Guia	92	38	-
U 140x40	Guia	142	38	-
U 200x40	Guia	202	38	-
U 250x40	Guia	252	38	-
U 300x40	Guia	302	38	-
L 150x40	Cantoneiras de abas desiguais	150	40	-
L 200x40	Cantoneiras de abas desiguais	200	40	-
L 250x40	Cantoneiras de abas desiguais	250	40	-
Cr 20x30	Cartola	30	20	12

Fonte: NBR 15253:2005

### 3.10 Painéis

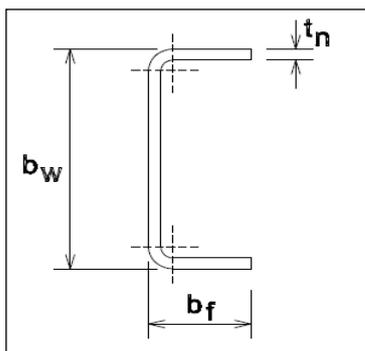
Os painéis (Figura 3.7) tem a função de compor as paredes do sistema LSF e são formados a partir da modulação dos perfis que são os guias (ver Figura 3.8) e os montantes (ver Figura 3.9). Os montantes (perfis Ue) são os elementos paralelos verticais normalmente modulados a cada 400 mm ou 600 mm. Essas modulações são associadas às dimensões dos elementos de acabamento, visando à minimização do desperdício. As guias (perfis U) são elementos que fixam as extremidades dos montantes (inferior e superior) ( Eternit. et. 2008).

Figura 3.7 – Esquema painel



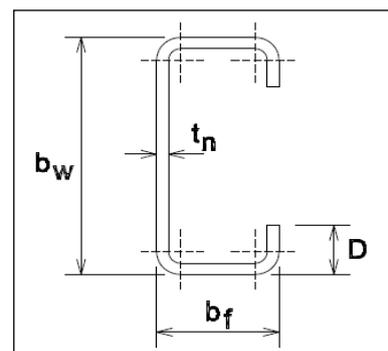
Fonte: Castro,2005.

Figura 3.8 – Perfil Guia



Fonte: NBR 6355:2003

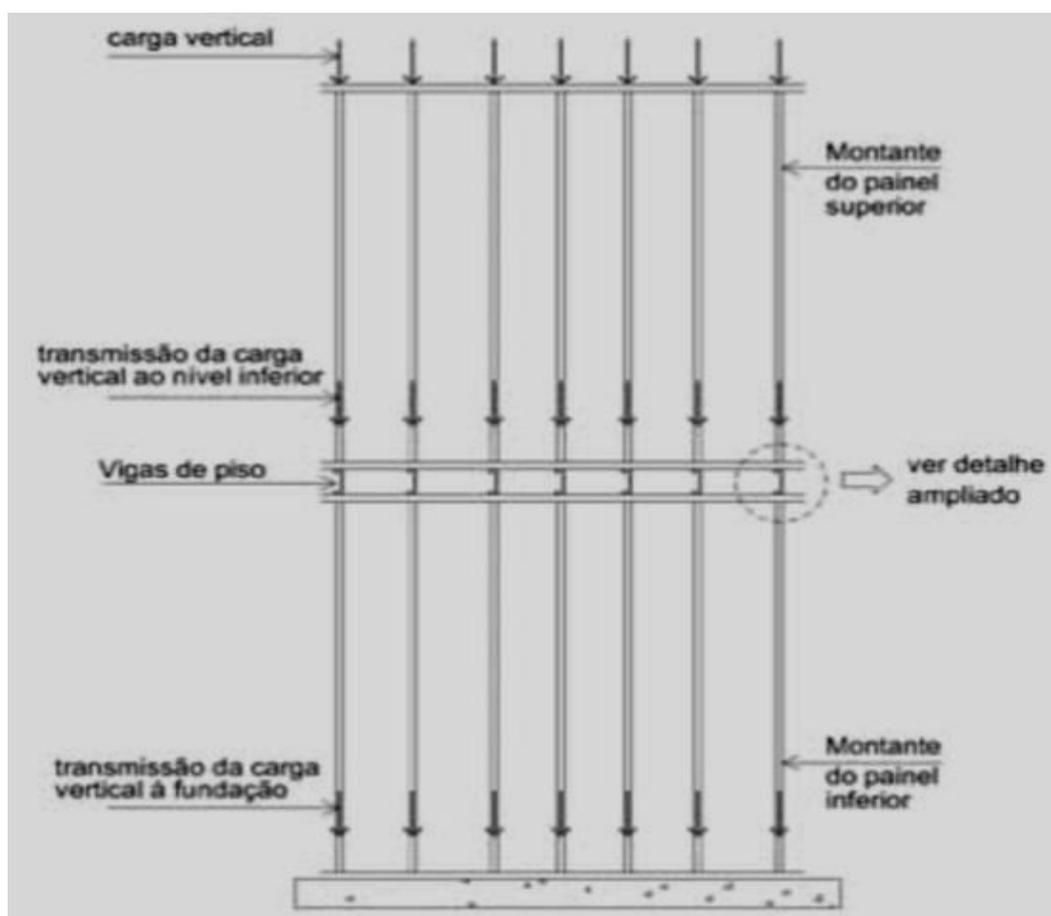
Figura 3.9 – Perfil Montante



Fonte: NBR 6355:2003

Os painéis, na sua maioria, são autoportantes, ou seja, trabalham como estrutura da edificação, recebendo as cargas de peso próprio e as sobrecargas transmitindo-as para fundação (ver Figura 3.10). Outros painéis utilizados nas paredes podem ser com a finalidade de vedação não possuindo nenhuma resistência estrutural (FREITAS; CRASTO, 2006).

Figura 3.10 – Distribuição das cargas em montantes estruturais

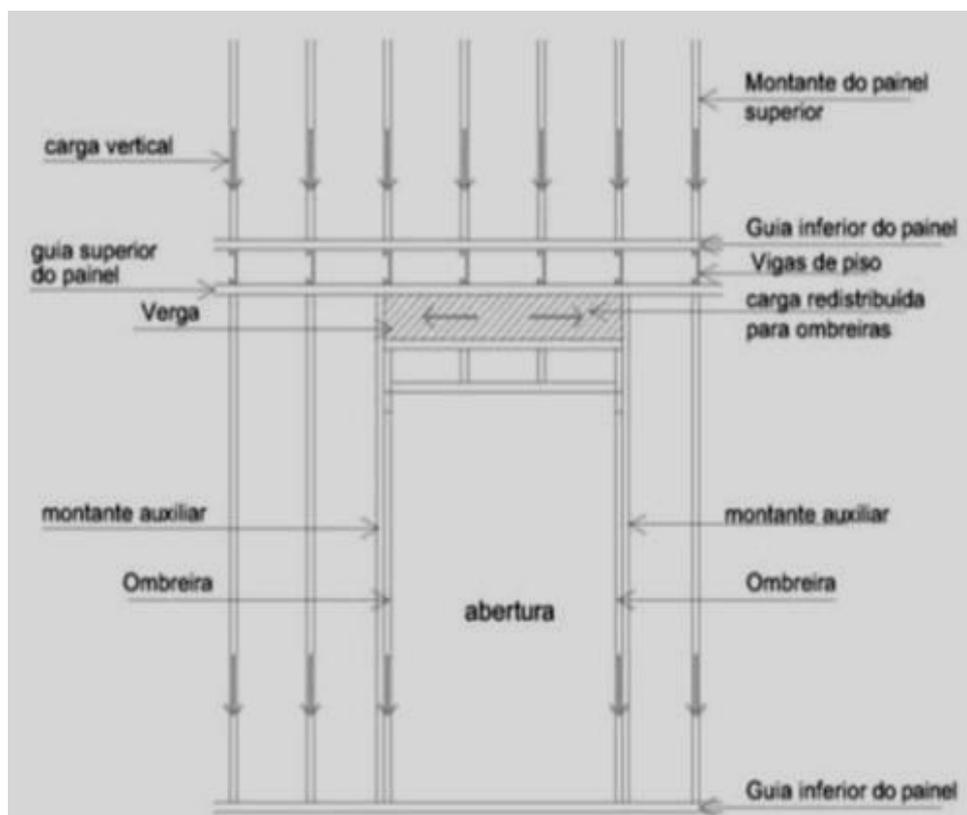


Fonte: SANTIAGO; FREITAS e CASTRO, 2012

Segundo Eternit . et. (2008), nas aberturas correspondentes às portas e janelas nos painéis portantes é necessário a utilização de elementos estruturais para redistribuição das solicitações nos montantes interrompidos. Para essa finalidade, instala-se vergas e ombreiras. A verga pode ter varias combinações, mas basicamente é composta de dois perfis Ue conectados por meio de uma peça aparafusada.

Segundo Manual de Montagem da Brasilit, o acabamento superior e inferior da abertura é feito por um perfil U cortado no comprimento de 20 cm maior que o vão. Esse segmento é dobrado em 90° para servir de conexão com a ombreira, essa peça é chamada guia de abertura. Para vãos de portas, esse acabamento só é necessário na parte superior da abertura (ver Figura 3.11).

Figura 3.11 – Distribuição de esforços em vão aberto para porta



Fonte: SANTIAGO; FREITAS e CASTRO, 2012

O sistema LSF permite abertura de grandes vãos e para isso deve-se compor as vergas com vigas treliçadas (TERNI et. al. 2008).

Isolados os montantes não são capazes de resistir aos esforços horizontais que solicitam a estrutura. Para que isso seja solucionado é necessário estabilizar a estrutura com reforços. A combinação mais comum é o uso de contraventamentos (ver Figura 3.12), geralmente executados com fitas de aço galvanizado. Os contraventamentos podem assumir formas de X ou K, dependendo das condições do projeto.

Figura 3.12 – Pannel com contraventamento em X



Fonte: MCASF, Arquitetura, 2006.

Os contraventamentos são usados para evitar a rotação dos montantes quando sujeitos a carga normal de compressão as fitas metálicas e os bloqueadores. (ver Figura 3.13), também evitam a rotação dos montantes quando sujeitos a compressão. As fitas devem ser instaladas ao longo do pannel e serem de aço galvanizado (FREITAS; CRASTO, 2006).

Os bloqueadores são peças formadas a partir dos perfis U e Ue e tem como função enrijecer o pannel estrutural.

Figura 3.13 - Bloqueador e fita de aço galvanizado fixados ao pannel



Fonte: MCASF, Arquitetura, 2006.

No encontro de painéis estruturais várias soluções construtivas são possíveis, variando de acordo com o número de painéis que se unem e do ângulo entre estes:

- ligação de dois montantes de canto;
- ligação de dois painéis formando um “T”.

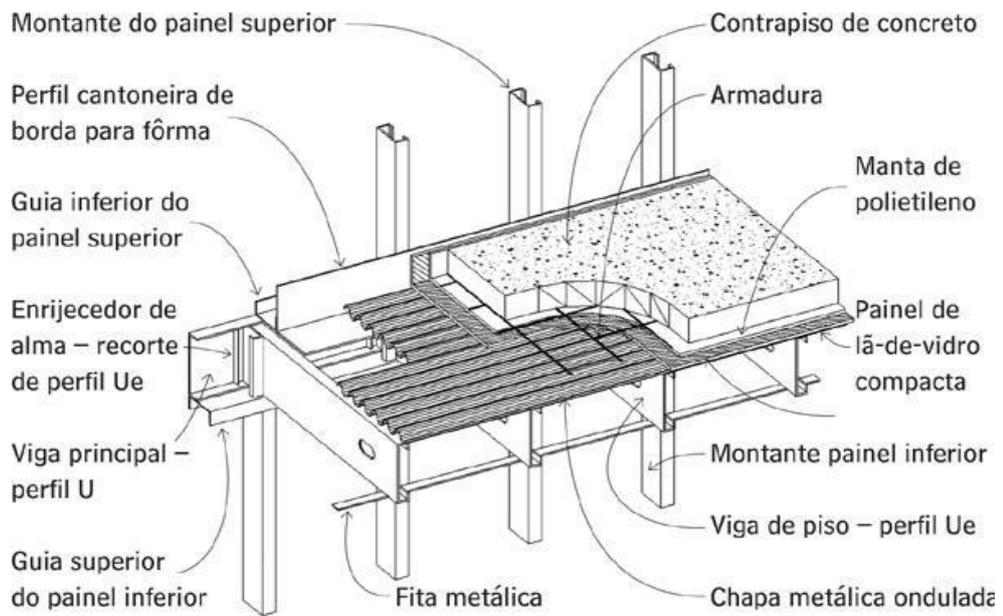
### **3.11 Cobertura**

Devido à versatilidade dos pontos de vista arquitetônico e estrutural, o sistema construtivo LSF possibilita a utilização de variados sistemas de cobertura existentes no mercado: telhas metálicas, cerâmicas, fibrocimento e shingle, entre outras, sendo que são utilizados na estrutura os mesmos perfis de aço galvanizado do restante da edificação. A escolha dos materiais irá depender de vários fatores como tamanho do vão, carregamentos, estética, orçamento e preferências do cliente.

O conceito de distribuição das cargas do LSF deve ser aplicado também na estruturação da cobertura de forma que os perfis que compõem a estrutura, seja ela tesoura, treliça ou conjunto de caibros, devem ter sua alma alinhada com os montantes das paredes que os suportam de forma a não gerar excentricidade e conseqüentemente cargas de segunda ordem. De um modo geral a cobertura é composta por três elementos: a vedação, a armação de suporte e o sistema de escoamento de águas pluviais.

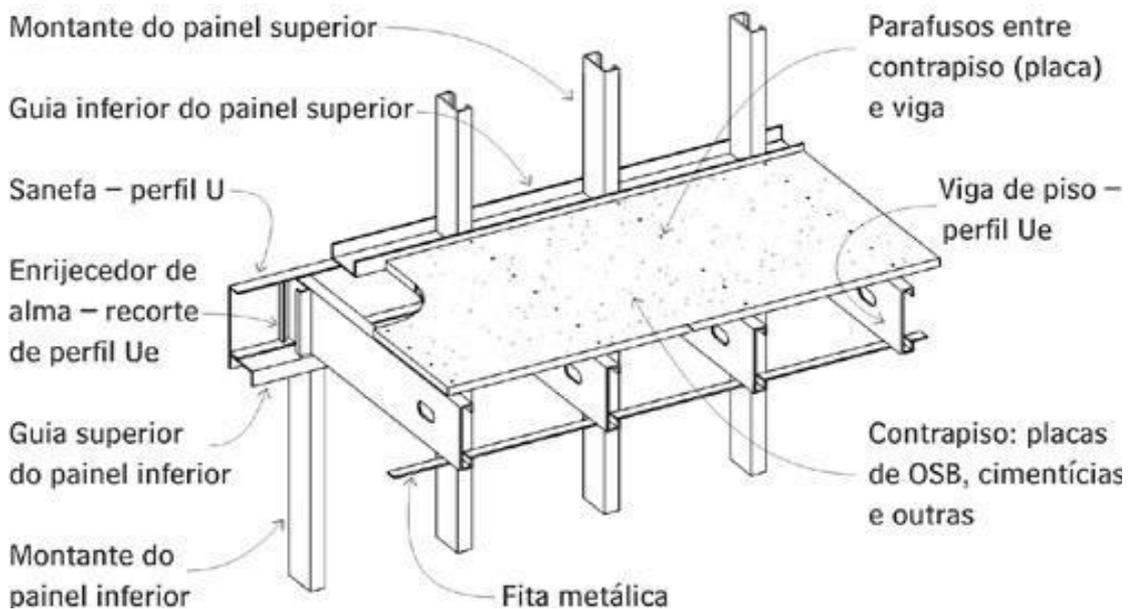
Para as coberturas planas esse sistema pode ser executado com laje úmida (ver Figura 3.14) ou laje seca (ver Figura 3.15) industrializada de OSB, madeira com fibras orientadas, e revestimento cimentício. Para a execução do caimento pode-se variar a espessura do contrapiso ou proteção mecânica.

Figura 3.14 – Detalhamento da laje úmida



Fonte: CASTRO, 2006

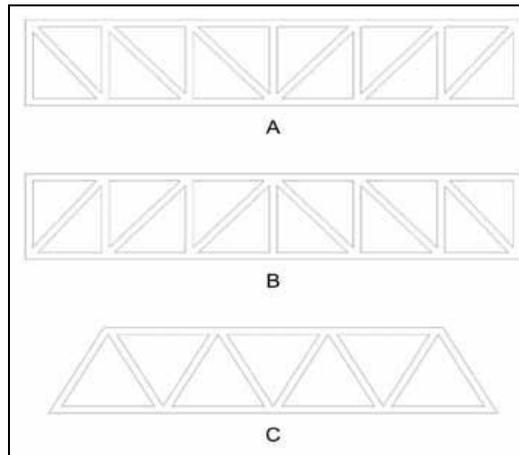
Figura 3.15 – Detalhamento da Laje Seca



Fonte: CASTRO, 2006

Caso haja vãos maiores previstos no projeto é possível o uso de treliças planas para sustentação da estrutura de piso nos casos onde há mais de um pavimento (ver Figura 3.17). As treliças são uma solução amplamente conhecida e são utilizadas basicamente em 3 tipos (ver Figura 3.16) (CBCA,2006).

Figura 3.16 – Tipos de treliças planas para LSF



Fonte: CBCA, 2006.

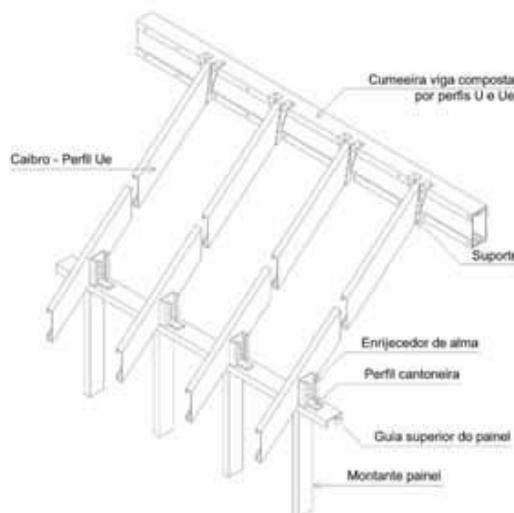
Figura 3.17 – Aplicação de treliças planas



Fonte: CBCA, 2006.

Já as coberturas inclinadas possuem estrutura semelhante à de um telhado convencional e podem ser constituídos por tesouras convencionais (aço) ou conjunto de caibros, conforme ilustram as (ver Figura 3.18 e Figura 3.19) (CBCA, 2006).

Figura 3.18 – Telhado com composição de caibros



Fonte: PINI, 2012

Figura 3.19 – Cobertura de residência com tesouras



Fonte: PINI, 2012

### 3.12 Fechamento Vertical

O tradicional levantamento da alvenaria tem sido a única forma de racionalização das vedações, utilizada de modo fundamentado no Brasil (BARROS, 1998). Entretanto, para edifícios em estrutura metálica, o emprego da alvenaria tradicional ainda não é a solução mais apropriada, principalmente nas situações em que a velocidade da execução das vedações verticais seja um fator crítico na

construção de edifícios. Empresas que buscam ganhos de produtividade e diminuição de perdas para serem competitivas no mercado precisam necessariamente investir na racionalização da produção das vedações verticais.

As suas principais funções são a compartimentação da edificação e o oferecimento, aos ambientes construídos, das condições para o desenvolvimento das atividades previstas. As vedações, além de servirem de suporte e proteção às instalações prediais e aos equipamentos de utilização do edifício, criam também condições de habitabilidade e segurança (FRANCO, 1998).

O fechamento vertical da estrutura é basicamente composto por três elementos:

- fechamentos externos - áreas molháveis;
- fechamentos internos - áreas secas e áreas úmidas;
- sistema de isolamento termo acústico - instalado entre as placas.

Considerando que a técnica do LSF não suporta grandes cargas nos elementos de vedação é importante a escolha de elementos leves e compatíveis com os perfis. A escolha de vedações leves e racionalizadas também possibilita um maior grau de industrialização à obra, característica fundamental na escolha do LSF (Fórum da Construção, 2014).

Para garantir o desempenho desejado ao longo da vida útil do projeto é necessário refletir sobre as condições de uso da edificação no que diz respeito principalmente sobre aos seguintes aspectos: segurança estrutural, a segurança ao fogo, a estanqueidade, o conforto termo acústico, conforto tátil, durabilidade, manutenção e economia.

Como componentes dos fechamentos externos, pode-se citar a placa cimentícia, a placa OSB (Oriented Strand Board), tipo de painel de madeira fabricado com três a cinco camadas de tiras de madeira prensadas e unidas com resinas, e o siding vinílico.

O fechamento em placa cimentícia (ver Figura 20) é utilizado no LSF para áreas internas e externas, pois resiste a intempéries climáticas devido a sua prévia impermeabilização. Esse produto é constituído de cimento Portland e fibras sintéticas, não contém amianto (BRASILIT, 2014).

Figura 3.20 – Fechamento externo com placa cimentícia



Fonte: BRASILIT, 2010.

O tratamento das juntas entre as placas é de extrema importância para o processo construtivo, pois, deve-se garantir a estanqueidade à água, evitar fissuras e proporcionar qualidade no acabamento. Para reforçar a estanqueidade é recomendável a aplicação de tela de fibra de vidro, método eficiente para garantir esses requisitos (BRASILIT, 2014).

O OSB é utilizado principalmente para fechamento externo do LSF (ver Figura 3.21) e, portanto, estão sujeitos a sofrer com os intemperismos climáticos, como chuva e umidade que podem prejudicar a estanqueidade e estética do painel (SOUSA E MARTINS, 2009).

Esse tipo de painel é instalado diretamente na estrutura obedecendo a uma junta de 3 mm e sobre ele deve-se colocar uma manta para impermeabilizar, formando uma barreira contra umidade e vapor. A fixação da manta no painel é feita por grampos (REVISTA TÉCHNE, edição 139, 2008).

Figura 3.21 – Fechamento externo com placa OSB e impermeabilização



Fonte: LPBrasil, 2013

Existem também os revestimentos desenvolvidos especialmente para o sistema Light Steel Framing, como o siding vinílico (ver Figura 3.22), que consiste em um material composto de PVC de fácil instalação e que dispensa a manutenção.

Figura 3.22 – Revestimento externo com siding vinílico



Fonte: PINI,2013

Para as vedações internas recomenda-se o uso de placas de gesso acartonado (ver Figura 3.23). Atualmente há três tipos diferentes de placa de gesso acartonado disponibilizadas no mercado:

- placas comuns, utilizadas em áreas secas, cartão na cor natural;
- placas resistentes à umidade, placas verdes;

- placa resistente ao fogo, utilizada quando há a necessidade de proteção passiva, cor vermelha do cartão envelopador do gesso.

Figura 3.23 – Placas de gesso acartonado



Fonte: Flasan, 2014.

É importante lembrar que, independente do componente utilizado, as vedações devem atender as recomendações da NBR 15575-4 / Parte 4 que estabelece requisitos de desempenho para sistemas de vedações verticais externas e internas de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos (NBR 15575, 2014).

Uma vez que a massa assim como os materiais aplicados nas vedações externa e interna das edificações em LSF não trabalham bem do ponto de vista de isolamento termo acústico, para proporcionar o isolamento desejado devem ser utilizados outros materiais entre estas camadas, sendo os mais comuns, a lã de rocha, lã de vidro (ver Figura 3.24) ou painéis de EPS. A montagem deste isolamento deve ser feita após a execução de uma das fases do fechamento e imediatamente antes da instalação da segunda fase do fechamento (Flasan,2014).

Figura 3.24 – Isolamento acústico com lã de vidro



Fonte: Flasan, 2014

### 3.13 Instalações elétricas e hidráulicas

Pode-se dizer que os materiais utilizados nas instalações elétricas e hidráulicas para edificações com sistema construtivo Light Steel Framing são em grande parte semelhantes às utilizadas em edificações convencionais, o que vai decidir qual material e método executivo utilizar será a escolha dos elementos de vedação e o desempenho a ser atingido. Assim como para as instalações para telefonia, internet, gás, cabos de TV e de aquecedor solar (Fórum da Construção, 2014).

Segundo CBCA (2010), para as tubulações de água fria ou quente os materiais mais utilizados são os seguintes: PVC (policloreto de vinila), PEX (polietileno reticulado), PPR (polipropileno copolímetro random), o CPVC (policloreto de vinila clorotado) e o cobre, cada material com suas particularidades, porém todos com boa compatibilidade para instalação em edificações em Light Steel Framing, ademais é possível encontrar no mercado alguns componentes para os projetos elétricos e hidráulicos específicos para este sistema construtivo, facilitando principalmente na instalação (ver Figura 3.25).

Figura 3.25 – Vista da estrutura com as instalações elétricas



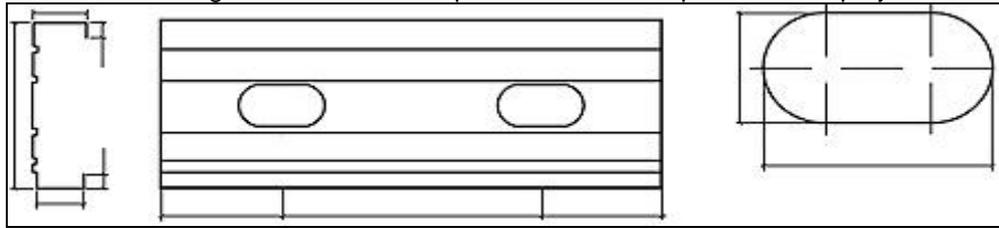
Fonte: Terni, 2012.

Como um dos passos para efetivação das instalações é a execução de furos de passagem nos perfis, é necessário analisar o comportamento estrutural a fim de não comprometer o princípio de distribuição de cargas. Na maioria dos casos não é necessário nenhum projeto de reforço estrutural, contudo é necessário que os cálculos sejam considerados ainda na fase de projeto (Terni,2012)

A NBR 15253:2005 normaliza os furos para passagem de instalações pelos montantes e vigas de piso. A seguir, apresentam-se algumas importantes recomendações da referida Norma:

- os furos devem ter seu maior eixo coincidente com o eixo longitudinal do perfil e geometria conforme (ver Figura 3.26);
- a distância entre eixos de furos sucessivos deve ser de, no mínimo, 600 mm e a distância entre a extremidade do perfil e o centro do primeiro furo deve ser no mínimo de 300 mm;
- para aberturas com formas e dimensões não previstas na norma devem ser executados reforços, uma das opções é utilizar uma chapa de aço galvanizada parafusada ao elemento, de espessura no mínimo igual ao do elemento perfurado que deve se estender 25 mm além das bordas do furo.

Figura 3.26 – Vista do perfil com os furos previstos em projeto



Fonte: Eternit, 2012.

É recomendado também que a execução das instalações ocorra após a finalização completa da montagem das estruturas das paredes, lajes e coberturas (PINI,2014)

Os métodos construtivos industrializados com o LSF permitem também que em projetos onde os procedimentos de instalações elétricas e hidráulicas ocorrerão repetidas vezes, como em conjuntos habitacionais, podem ser previamente montados, cavaletes que são levados prontos para colocação na parede ou na laje, reduzindo o tempo de execução da obra (Nature Steel,2012).

### 3.14 Acabamentos

Devido à versatilidade dos elementos de vedação que podem ser utilizados no sistema LSF, praticamente qualquer revestimento usual pode ser utilizado (Brasilit,2014).

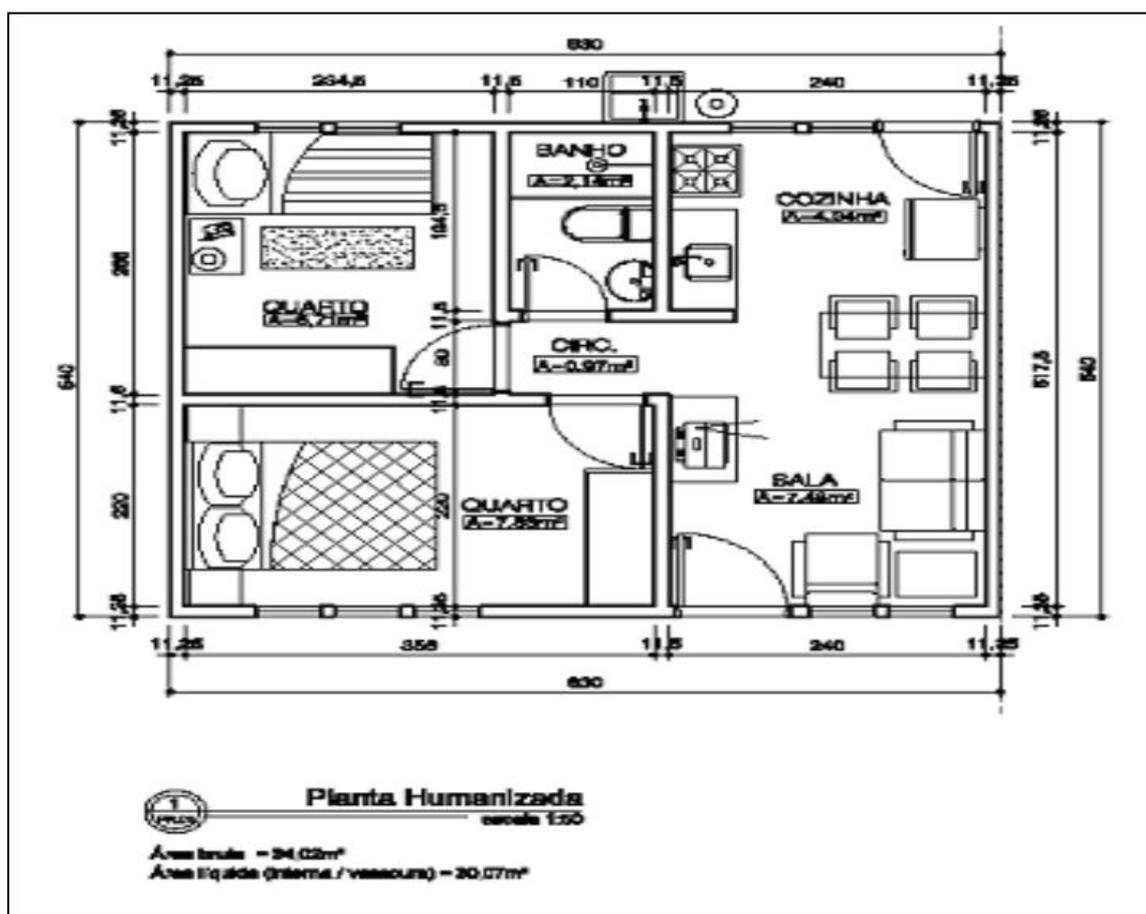
Sobre as placas de gesso podem ser aplicados revestimentos como cerâmica, pintura e textura. As placas externas também podem receber a aplicação dos materiais de acabamento usualmente empregados, como pastilhas, pedras (mármore ou granito), reboco, pintura e siding vinílicos e cimentícios (Brasilit,2014).

## 4 PROTÓTIPO

O estudo deste trabalho será baseado no projeto apresentado na Feira Expo Construção Minas de 2008 (ver Figura 3.27), realizada no Parque de Exposições da Gameleira, em Belo Horizonte, MG, no período de 16 a 20 de setembro de 2008, e com quantitativos e dados disponíveis na Dissertação de Mestrado defendida pelo Professor Fernando Cesar Firpe Penna, orientador deste presente trabalho de conclusão de curso.

Através do estudo de caso desse projeto foi possível realizar análises qualitativas com base nos critérios definidos pelo CBCA que estabelece uma metodologia para a avaliação de sistemas construtivos.

Figura 4.1 – Projeto arquitetônico em estudo



Fonte: Penna, 2009

Para atingir os objetivos propostos, estudou-se a melhor solução para adequação do projeto ao utilizar o sistema construtivo, que será apresentada conforme segue:

- metodologia executiva dos sistemas construtivos;
- análise qualitativa do sistema, vantagens e desvantagens.

#### **4.1 O protótipo estudado**

Para o estudo do sistema construtivo LSF e das análises necessárias, foi utilizada uma Habitação de Interesse Social (HIS), onde foi desenvolvido o projeto de uma residência intitulada “casa de entrada”, com o seguinte programa arquitetônico (ver Figura 28.0, Figura 29.0 e Figura 30.0):

- Sala;
- 2 quartos;
- Cozinha;
- Banheiro;
- Área de Serviço.

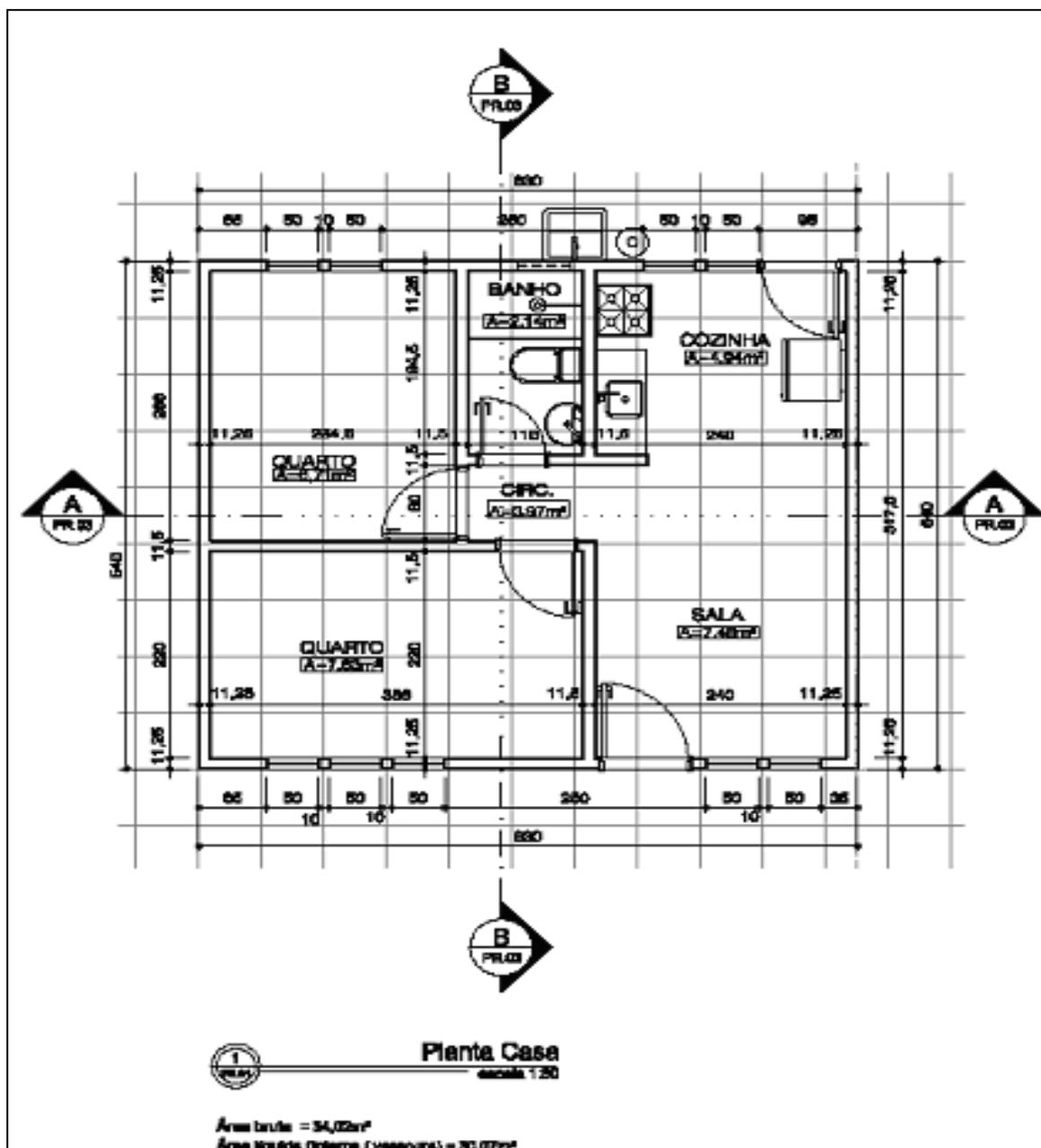
As áreas dos cômodos foram as mínimas permitidas pela Caixa Econômica Federal e CBCA, onde procurou-se desenvolver o projeto seguindo os preceitos de mobiliário mínimo da mesma, inserindo em cada cômodo os móveis exigidos pela mesma com suas reais dimensões.

Este protótipo foi efetivamente construído sob o patrocínio da empresa CENTERTRADING, do Grupo BMG, que na ocasião comercializava o aço galvanizado utilizado nas construções em LSF, sendo apresentado na Feira Expo Construção Minas de 2008.

O projeto deste protótipo tinha área bruta construída de 34,02 m<sup>2</sup> e área líquida ou “área de vassoura” de 30,07 m<sup>2</sup>.

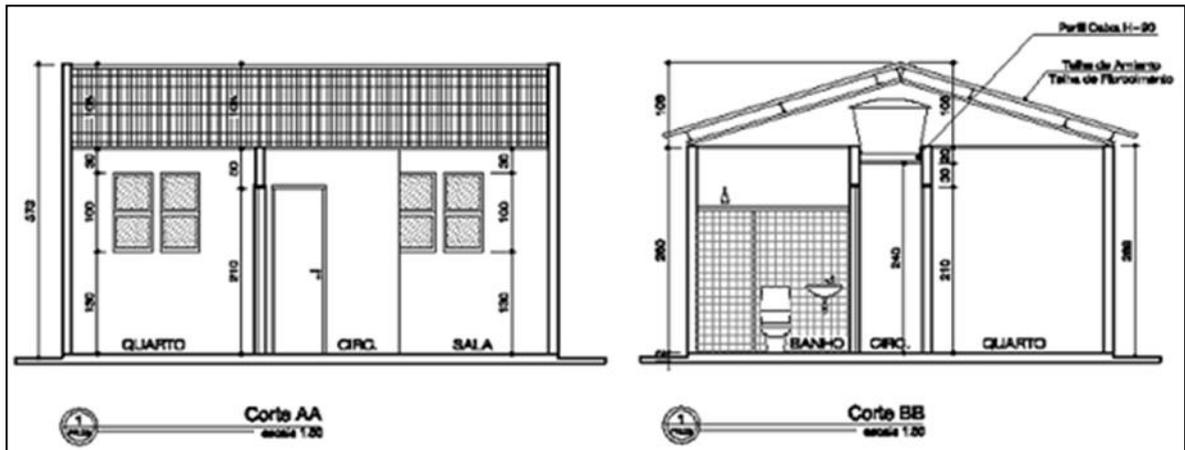
Toda a fabricação e montagem do protótipo foi monitorada, de forma que foi montado um banco de dados que permitiu avaliar com precisão os custos de projeto, fabricação e montagem e construção da casa.

Figura 4.2 – Malha Arquitetônica



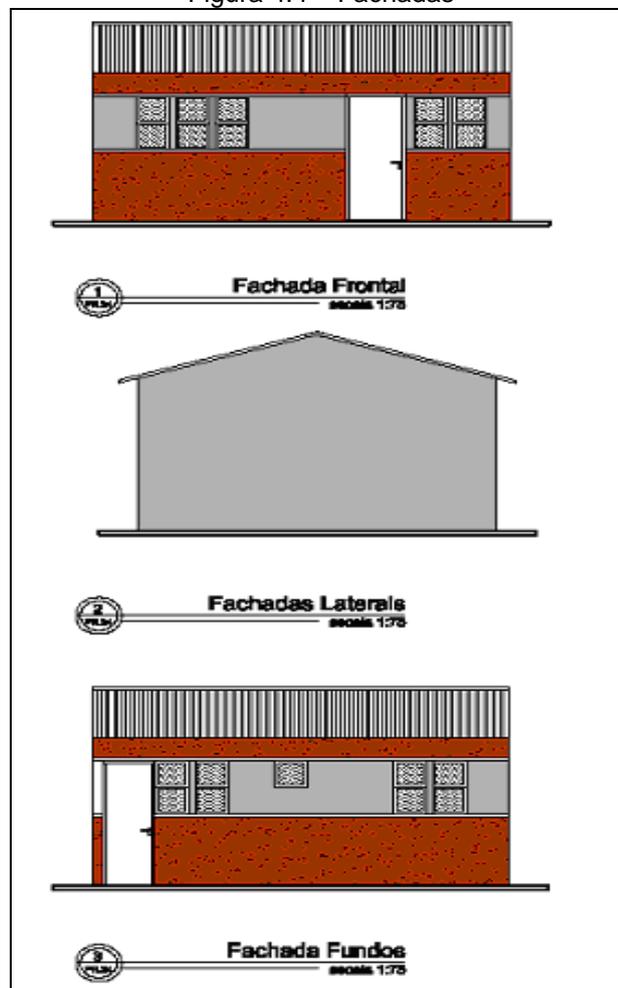
Fonte: Penna, 2009.

Figura 4.3 – Cortes Esquemáticos



Fonte: Penna, 2009.

Figura 4.4 – Fachadas



Fonte: Penna, 2009.

## 5 CUSTOS

Para avaliar quanto a viabilidade financeira da execução do protótipo em Light Steel Framing foi levando as quantidade e orçados a preços de mercado atual e comparado com o CUB (Custo Unitário Básico Básico de Construção - NBR 12.721:2006) de mesmo mês referência.

Tabela 5.1 – Orçamento Protótipo

ORÇAMENTO PROTÓTIPO - LSF							
ITEM	DESCRIÇÃO DOS INSUMOS	UN	QTDE	VALOR UNITÁRIO (R\$)			VALOR TOTAL (R\$)
				MAT	MOD	TOTAL	
1	FUNDAÇÕES						2154,60
2	ESTRUTURA LIGHT STEEL FRAMING						6662,66
3	VEDAÇÕES						7630,01
3.1	VEDAÇÕES EXTERNAS - CHAPA CIMENTÍCIA						3226,07
3.2	VEDAÇÕES INTERNAS						3300,43
3.3	FORRO DE GESSO ACARTONADO						1103,52
4	COBERTURA						2422,70
5	ESQUADRIAS						2905,60
5.1	JANELAS DE ALUMÍNIO						1320,80
5.2	PORTAS DE MADEIRA ( com batente, guarnição e ferragem)						1584,80
6	INSTALAÇÃO SANITÁRIA						1828,88
6.1	ARMAZENAGEM E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA						663,76
6.2	ESGOTO SANITÁRIO						509,68
6.3	APARELHOS SANITÁRIOS						655,44
7	INSTALAÇÃO ELÉTRICAS						1355,22
8	PINTURA DE FORROS E PAREDES						1562,67
9	REVESTIMENTOS E PISOS CERÂMICOS						335,10
10	TOTAL						26857,44

Fonte: Autor,2014.

Quadro 5.1 – CUB/MG – Dezembro/2014

<b>PADRÃO BAIXO</b>	
<b>R-1</b>	<b>1.138,63</b>
<b>PP-4</b>	<b>1.047,16</b>
<b>R-8</b>	<b>994,99</b>
<b>PIS</b>	<b>752,20</b>

Fonte: Sinduscon-MG, Dez. 2014.

O Protótipo possui área equivalente de 34,02m<sup>2</sup>, sendo assim o valor ora ajustado do orçamento e dividido pela área será de R\$ 789,46/m<sup>2</sup>. Em análise com o valor para edificação de padrão baixo inscrita no PIS, o valor é 4,72% superior, tornando inicialmente o processo inviável do ponto de vista financeiro, mas não

foram levados em contas as contingências e tributações inseridas em nenhum dos tipos construtivos, além de logística, projetos, remunerações, taxas e impostos.

No orçamento do protótipo foi extraído os valor relativos de mão-de-obra e de materiais, respectivamente, R\$ 6.952,59 e R\$ 19.904,85, representados em percentuais por 25,89 e 74,11.

## 6 CONCLUSÃO

Após a finalização deste trabalho é possível concluir que a construção civil está em constante mudança e com grandes espaços para inserção de novos métodos, pois a cada ano que se passa a demanda construtiva da população aumenta e se apenas se mantiver no sistema construtivo convencional e artesanal, essa demanda entraria em um déficit habitacional muito maior, devido ao prazo de execução da obra. E mesmo com valor inicial superior o sistema é viável, pois ainda serão levados em consideração no andamento do processo diversos insumos e indiretos que tornaram o valor final atrativo e assertivo, pois os valores relativos de mão-de-obra e materiais são semelhantes aos de sistemas de montagem, onde o maior impacto é o valor de material.

Após a análise do desempenho do sistema apresentado, foi possível constatar as vantagens e desvantagens técnicas e construtivas do LSF.

As vantagens são leveza da estrutura devido a sua estrutura ser compostas por perfis em aço galvanizado, menor prazo de execução por ser composta por sistemas industrializados já previamente planejados e enviados a obra conforme projeto fidelidade orçamentária, pois a execução não foge do projeto devido a sua industrialização evitando erros e surpresas para o cliente, redução de desperdícios de materiais na obra, redução da mão de obra, organização do canteiro de obra, pois não há baias com insumos e diminui o transporte de materiais evitando acidentes na obra, não há restrições de acabamento interno e externo, ótimo desempenho térmico e acústico, quando houver a necessidade de manutenção não é necessário a quebrar paredes e sim apenas remover a placa de gesso e depois de solucionado recolocar, maior área útil, pois as paredes possuem espessuras menores que as de alvenaria, redução do impacto ambiental, pois reduz à geração de resíduos, a obra sempre está “limpa”, pois não há produção in loco, flexibilidade arquitetônica e o controle de qualidade é mais eficiente pois a produção dos componentes acontece dentro de uma indústria.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR14762:2001 dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Ed. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15253:2005 - Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações - Requisitos Ed. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6355:2003 – Perfis estruturais de aço formados a frio - Requisitos Ed. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 15217:2009 – Perfis de aço para sistemas construtivos para chapa de gesso para “drywall”. Ed. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 15575:2013 – Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Ed. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15873/2010 – Coordenação Modular para Edificações. Ed. Rio de Janeiro, 2010.

BRASILIT. Disponível em: <<http://www.brasilit.com.br/>> Acesso em 11 nov. 2014.

BURK CONSTRUCTION. Disponível em: <<http://burkconstruction.com/>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. Sistema Construtivo Utilizando Perfis Estruturais Formados a Frio de Aços Galvanizados (Steel Framing):requisitos e condições mínimos para financiamento pela CAIXA. 2003.

CATEP Catálogo Técnico de Produtos para a Construção, Arquitetura e Publicidade S/C Ltda, 1999. Disponível em: <<http://www.catep.com.br> >. Acesso em: 23 nov. 2014.

CBCA – CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. Disponível em: <<http://www.cbcaacobrasil.org.br/manuais-de-construcao-em-aco.php>> Acesso em: 23 ago. 2012.

CRASTO, R. C. M. de. Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steelframing. 2005. Dissertação (Mestrado) – Escola de Minas. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. 2006.

ETERNIT. Disponível em: < <http://www.eternit.com.br/>> Acesso em 20 nov. 2014.

FLASAN. Disponível em: <<http://www.flasan.com.br/>> Acesso em 15 dez. 2014.

FREITAS, A.M.S., CRASTO, R.C.M. StellFramingArquitetura – Ed. Instituto brasileiro de siderurgia/centro brasileiro da construção em aço, 2006.

FORUM DA CONSTRUÇÃO. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br>>

acesso em 15 de nov. 2014.

HASS, D.C.G.; MARTINS, L.F. *Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais*. Dissertação (graduação em engenharia de produção civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba: 2011. 76 p.

JARDIM, G.T.C., CAMPOS, A.S. "LIGHT STEEL FRAMING": uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil. Disponível em: <<http://www.cbcaibr.org.br/upfiles/downloads/apresent/SteelFramingCBCA.pdf>> Acesso em 17 out. de 2014.

LPBRASIL. Painéis OSB para sistema CES garantem construção sustentável de 63 casas. Disponível em: < <http://www.lpbrasil.com.br/materia/painel-osb-para-sistema-ces-garantem-construcao-sustentavel-de-63-casas.html>> Acesso em 01 dez. 2014.

MAURIUTTI, A. Tecnologia & Materiais – Steel Frame. Revista: AU, n. 156, mar. 2007.

NATURE STEEL. Disponível em: <<http://naturesteel.blogspot.com.br/2012/03/construcoes-com-sistema-light-steel.html>> Acesso em: 14 nov. 2014.

OBSERVATORIO NACIONAL DO IDOSO. Disponível em: <<http://www.observatorionacionaldoidoso.fiocruz.br/>> Acesso em: 27 ago. 2014.

PENNA, F. C. F. Manual de Viabilidade Econômica das Estruturas em Aço (Manual de Construção em Aço). Rio de Janeiro, CBCA, 2008.

PENNA, F.C.F. *Análise da viabilidade econômica do sistema light steel framing na execução de habitações de interesse social: uma abordagem pragmática*. Dissertação (mestrado em construção civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte: 2009. 92 p.

PINI. Disponível em: <<http://www.pini.com.br/>> . Acesso em: 22 ago. 2014.

POMARO, H. Estruturas de aço – Sem um único tijolo. Revista: Casa&Construção, n.44, mar. 2009. Entrevista concedida a Renata Ramos. Disponível em <<http://revistacasaconstrucao.uol.com.br/esc/Edicoes/44/>>.

RAMOS, R. Revista casa e construção., jan. 2010. Disponível em: <<http://valorrb.blogspot.com.br/2010/01/reinauguracao-da-maternidade-da-santa.html>> Acesso em: 17 ago. 2014.

REVISTA CASA E CONSTRUÇÃO. Disponível em: <<http://revistacasaconstrucao.uol.com.br/ESCC/>> Acesso em 14 nov. 2014.

RODRIGUES, F. C. Steel Framing: Engenharia (Manual de Construção em Aço). Rio de Janeiro, CBCA, 2006.

RODRIGUES, F. C. Dimensionamento do protótipo da casa Saint-Gobain. FCO, 2008.

RODRIGUES, F. C. Steel Framing: Engenharia. Disponível em < <http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/publicacoes-manuais.php>> Acesso em: 15 de janeiro de 2015.

ROSSO, S, M. *Conheça as vantagens e desvantagens do drywall antes de escolher sua parede*. Disponível em:  
<<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=1446>> Acesso em: 20 dez. 2014.

Royal do Brasil Technologies S.A, 2012 Disponível em: <[HTTP://www.royalbrasil.com.br/](http://www.royalbrasil.com.br/)> . Acesso em: 24 de ago. 2014.

SAINT GOBAIN. <http://www.saint-gobain.com.br> Acesso em 01 nov. 2014.

SANTIAGO, A. K., FREITAS, A.M.S., CASTRO, R.C.M. *Manual de construção em aço Steel Framing: Arquitetura*. 2. ed. 2012.

SANTIAGO, A.K., PIANHERI, J. *Steel frame - fechamento (parte 3)*. Revista Técnica, ed. 139, 2008

SOUSA, A.M.J., MARTINS, N.T.B. *Potencialidades e obstáculos na implantação do sistema Light Steel Framing na construção de residências em Palmas – TO*. Dissertação (monografia de engenharia civil). 2009.

TERNI, A.W., SANTIAGO, A.K., PIANHERI, J. *Steelframe - Estrutura (parte 2)*. Revista Técnica. São Paulo,SP, v.16 - nº.137 - Agosto 2008.

TERNI, A.W., SANTIAGO, A.K., PIANHERI, J. *Construmetal 2014*.  
<<http://www.abcem.org.br/construmetal/downloads/ebook-contribuicoes-tecnocientificas-2014.pdf>> Acesso em: 20 Novembro de 2014.

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SALVADOR. Disponível em:  
<[http://info.ucsal.br/banmon/Arquivos/Mono3\\_0134.pdf](http://info.ucsal.br/banmon/Arquivos/Mono3_0134.pdf)>. Acesso em: 20 de agosto de 2014.